

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-25178  
(P2003-25178A)

(43)公開日 平成15年1月29日(2003.1.29)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード*(参考)
B 2 3 Q	5/42	B 2 3 Q	B 3 C 0 0 1
	15/20		3 C 0 2 9
	17/22		A 5 H 2 6 9
G 0 5 B	19/404	G 0 5 B	G 5 H 3 0 3
G 0 5 D	3/00	G 0 5 D	Q
審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 7 頁)			

(21)出願番号 特願2001-210861(P2001-210861)

(22)出願日 平成13年7月11日(2001.7.11)

(71)出願人 000006622

株式会社安川電機

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

(72)発明者 村田 健一

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

(74)代理人 100088328

弁理士 金田 暢之 (外2名)

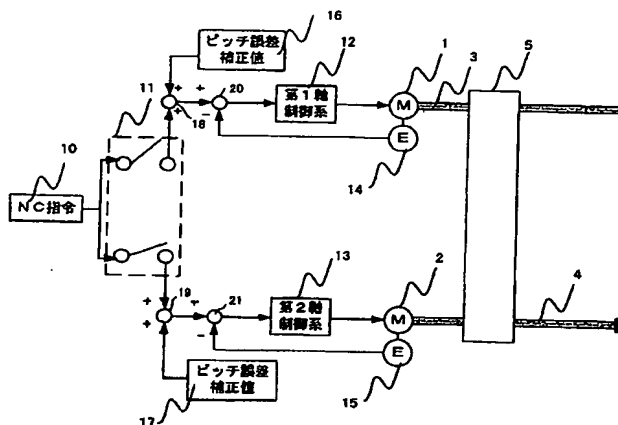
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 同期制御装置

(57)【要約】

【課題】 2軸のモータとボールねじによって、1つの駆動テーブルを駆動する2軸工作機械装置の、ピッチ誤差に基づく駆動テーブルの位置ずれを補償する。

【解決手段】 同期制御装置は、第1軸と第2軸との任意に選択された軸のモータに、上位装置から送られる指令を伝達する指令スイッチ手段と、駆動テーブルの姿勢を検出する2つの姿勢検出手段と、ピッチ誤差に対する補正値を格納するピッチ誤差補正メモリを有する。第1の位置において駆動テーブルが所定の姿勢になったときには、駆動テーブルを、所定の指令値に対応する所定距離だけ第2の姿勢検出手段の方向に移動し、その位置で第1軸および第2軸のモータの一方または双方に指令を与えて、駆動テーブルの位置の偏りと姿勢の偏りを補償する。そのとき、第1軸および第2軸のモータに与えられた指令値に基づいて第1軸および第2軸のボールねじのピッチ誤差に対する補正をする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 2軸のモータと該モータに連結されているボールねじによって、1つの駆動テーブルを駆動する同期制御装置において、

第1の軸と第2の軸との任意に選択された軸のモータに、上位装置から送られる指令を伝達する指令スイッチ手段を有することを特徴とする同期制御装置。

【請求項2】 前記ボールねじの軸心方向、すなわち、前記駆動テーブルの推進方向に対する該駆動テーブルの姿勢を検出する2つの姿勢検出手段を有し、該2つの姿勢検出手段は、前記駆動テーブルの推進方向に所定距離をおいて配置され、相互に独立に駆動テーブルの姿勢を検出する、請求項1に記載の同期制御装置。

【請求項3】 ピッチ誤差に対する補正値を格納するピッチ誤差補正メモリを有し、駆動テーブルの姿勢調整時において、第1の姿勢検出手段が、第1の位置において駆動テーブルが所定の姿勢から偏っていることを検出したときには、該偏りを補償するように、第1の軸と第2の軸の一方のモータに指令を与え、駆動テーブルが前記所定の姿勢になったときには、前記駆動テーブルを、前記所定距離だけ第2の姿勢検出手段の方向に移動し、その移動後の第2の位置において前記駆動テーブルが前記所定の姿勢にあることが検出されなかったときには、第1の軸および第2の軸のモータの一方または双方に指令を与えて、駆動テーブルの位置の偏り、および姿勢の偏りを補償し、前記駆動テーブルの位置の偏りおよび姿勢の偏りを補償するために、第1の軸および第2の軸のモータに与えられた指令値を、前記所定距離に対応するピッチ誤差に基づく移動距離の誤差として、第1の軸および第2の軸のボールねじのピッチ誤差に対する補正をする、請求項2に記載の同期制御装置。

【請求項4】 前記指令スイッチ手段は、前記上位装置と第1の軸のモータとを接続する第1のスイッチ要素と、前記上位装置と第2の軸のモータとを接続する第2のスイッチ要素とを有し、第1のスイッチ要素と第2のスイッチ要素とは相互に独立にオン・オフ制御される、請求項1に記載の同期制御装置。

【請求項5】 前記駆動テーブルは、その進行方向に対して横方向の2つの側面のそれぞれに、当該駆動テーブルの姿勢を検出するための姿勢指標手段を有し、各々の前記姿勢検出手段は、駆動テーブルが姿勢検出位置にあるときに姿勢指標手段を検出するために前記駆動テーブルの前記横方向の両側に設けられた2つのセンサ手段を有し、前記2つのセンサ手段は、前記駆動テーブルが姿勢検出位置にあるとき、該駆動テーブルが所定の基準姿勢にある場合においてのみ、同時に前記姿勢指標手段を検出する、請求項3に記載の同期制御装置。

【請求項6】 姿勢指標手段が、駆動テーブルの側面と、駆動テーブルの推進方向の端面とが隣接する、当該

側面の辺である、請求項5に記載の同期制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、可動部とねじのはめ合いを介して結合する複数の推進軸を個々にサーボモータで同期駆動する同期制御装置に関し、特に、当該可動部の位置調整装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】前記の技術分野における従来技術としては、特開平9-94735号に記載のクロスレールのバランス調整装置がある。以下、この技術を引用技術と記す。

【0003】大型の工作機械の中には、門形のマシニングセンタや、ガントリーミラーなどのように門形の構造をもった工作機械がある。この種の門形工作機械では、左右のコラムの間に水平なクロスレールが懸架されている。このクロスレールは、主軸ヘッドを水平移動させるための案内面をもっている。

【0004】クロスレールはその左右両端部に組み込まれたボールナットを介して、左右のボールねじによって懸垂された構造となっている。したがって、左右のボールねじにクロスレールの荷重がかかるようになっていく。その結果、主軸ヘッドがクロスレールの左右対称の中心から左右どちらかの側に偏位しているときには、片寄っている側のボールねじに、より大きなスラスト荷重がかかり、遠い方のボールねじにかかる荷重は逆に減少する。このように、主軸ヘッドの位置の変動によって、左右両側のボールねじに伸縮が生じる。

【0005】このようなスラスト荷重の変動によるボールねじの伸縮は、主軸ヘッドの左右運動の軌跡の真直精度に影響を及ぼす結果、加工精度を大きく左右するこの問題を解決するために、引用技術においては、主軸ヘッドの水平位置に対応するボールねじの伸縮量のデータから、各々のボールねじの伸縮量を相殺するように、主軸ヘッドの水平位置に対応するボールねじの回転位置の補正値をNC装置の記憶装置に格納している。

【0006】この補正値を示す補正信号を、ボールねじの回転位置を指定するNC指令信号に重畳することによって、クロスレール上の主軸ヘッドの水平位置に起因して生じる誤差を補償することができる。以上が引用技術の概要である。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記の引用技術において解決されていない1つの問題として、2軸のボールねじのピッチ誤差の補正という問題がある。従来、1軸のみによって駆動される工作機械装置においては、ボールねじピッチの誤差が長ストローク時に発生するので、ピッチ誤差量を指令に加算して絶対位置量の補正を行っていた。

【0008】2軸のモータおよびボールねじによって、

1つの駆動テーブルとその上部に搭載されるワークを駆動する同期制御装置においては、各軸のボールねじの1指令(1パルス)に対するピッチが必ずしも設計された規定値にならない。このような、実際のピッチの、規定値からのずれを以下の記述では、ピッチ誤差と記す。

【0009】このピッチ誤差は、駆動テーブルの位置を示す位置信号をフィードバック信号としてモータを制御するフルクローズ制御の場合には、補正の必要はないが、モータに取り付けられたエンコーダで検出したモータの回転角をフィードバック信号としてモータを制御するセミクローズ制御の場合には、各軸に対して、ピッチ誤差の補正をする必要がある。

【0010】図3は、ピッチ誤差補正を行わないでセミクローズ制御を行ったとき駆動テーブルが傾いた状態を誇張して示した図である。図において、モータ1、2は、ボールねじ3、4を介して駆動テーブル5を駆動する。ピッチ誤差補正を行わない場合には、各々のボールねじと駆動テーブルとの接続部の位置がずれ、直進性が失われるので図のように駆動テーブル5が回転しながら移動する。その結果、削りすぎや削り不足が発生する。またワークを切削する際に、加工面に筋が入るなどの問題が発生する。

【0011】図4は、駆動テーブルが傾いた状態で加工した場合の加工物の切削軌跡を示す図で、ワークの端面に平行に切削するように設計されているにもかかわらず、駆動テーブルが傾いたために切削軌跡が端面に対して斜めになった例を示す。図4において、図3と同一の参照番号が付けられている構成要素は、図3の該当する構成要素と同一の機能を有する構成要素である。

【0012】図3および図4の例のように、駆動テーブル5がボールねじ3、4に対して傾斜する理由はピッチ誤差のみではない。図4の例では、例えば、モータを取り付ける際に、ボールねじとテーブルの端面が平行になっているとは限らない。また、モータ1、2とボールねじとを連結するとき、モータ軸とボールねじのシャフトとを結合するカップリングの締め付け時に位置ずれが生じることもある。位置ずれが生じた場合には、モータ1、2に同じ指令を渡すような方式では、位置ずれを生じたまま1つの駆動テーブルを動かすことになる。その場合、加工対象物の加工面が設計どおりに削れないことになる。

【0013】前掲の引用技術の方式においては、主軸ヘッドの移動によってボールねじに加わるスラスト荷重の影響を除くことはできるけれど、ボールねじのピッチ誤差や前記カップリングとモータの締結時の位置ずれを補償することはできない。

【0014】本発明の目的は、ピッチ誤差に基づく駆動テーブルの位置ずれを補償することができる同期制御装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明の同期制御装置は、第1の軸と第2の軸との任意に選択された軸のモータに、上位装置から送られる指令を伝達する指令スイッチ手段と、ボールねじの軸心の方向、すなわち、前記駆動テーブルの推進方向に対する該駆動テーブルの姿勢を検出する2つの姿勢検出手段と、ピッチ誤差に対する補正値を格納するピッチ誤差補正メモリとを有する。2つの姿勢検出手段は、駆動テーブルの推進方向に所定距離をおいて配置され、相互に独立に駆動テーブルの姿勢を検出する。

【0016】ピッチ誤差に対する補正は次のようにして行われる。駆動テーブルの姿勢調整時において、第1の姿勢検出手段が、第1の位置において駆動テーブルが所定の姿勢から偏っていることを検出したときには、該偏りを補償するように、第1の軸と第2の軸の一方のモータに指令を与え、駆動テーブルが所定の姿勢になったときには、駆動テーブルを、前記所定距離だけ第2の姿勢検出手段の方向に移動し、その移動後の第2の位置において駆動テーブルが所定の姿勢にあることが検出されなかったときには、第1の軸および第2の軸のモータの一方または双方に指令を与えて、駆動テーブルの位置の偏り、および姿勢の偏りを補償し、前記駆動テーブルの位置の偏りおよび姿勢の偏りを補償するために、第1の軸および第2の軸のモータに与えられた指令値を、前記所定距離に対応するピッチ誤差に基づく移動距離の誤差として、第1の軸および第2の軸のボールねじのピッチ誤差に対する補正をする。

【0017】指令スイッチ手段の1つの実施態様は、上位装置と第1の軸のモータとを接続する第1のスイッチ要素と、前記上位装置と第2の軸のモータとを接続する第2のスイッチ要素とを有し、第1のスイッチ要素と第2のスイッチ要素とは相互に独立にオン・オフ制御されるように構成されることができる。

【0018】前記駆動テーブルは、その進行方向に対して横方向の2つの側面のそれぞれに、当該駆動テーブルの姿勢を検出するための姿勢指標手段を備え、各々の姿勢検出手段は、駆動テーブルが姿勢検出位置にあるときに姿勢指標手段を検出するために前記駆動テーブルの横方向の両側に設けられた2つのセンサ手段を有し、その2つのセンサ手段は、駆動テーブルが姿勢検出位置にあるとき、該駆動テーブルが所定の基準姿勢にある場合においてのみ、同時に前記姿勢指標手段を検出する。

【0019】したがって、2つのセンサ手段の中の一つだけが駆動テーブルの姿勢指標手段を検出したときには、駆動テーブルは、その推進方向に対して傾いた姿勢にあることになる。逆に、2つのセンサ手段の両方が駆動テーブルの姿勢指標手段を検出したときには、駆動テーブルは、その推進方向に対して正常(基準)姿勢にあることになる。

【0020】姿勢指標手段として、駆動テーブルの側面

と、駆動テーブルの推進方向の端面とが隣接する、当該側面の辺（鉛直方向を向く辺）を用いることができる。

【0021】

【発明の実施の形態】図1は本発明の同期制御装置の制御対象である2軸工作機械装置の概略図である。図1において、第1軸ボールねじ3は第1軸サーボモータ1に結合され、第2軸ボールねじ4は第2軸サーボモータ2に結合され、それぞれのボールねじの伝達力によってサーボモータ1および2の動力を駆動テーブル5に伝達する。センサ6、7およびセンサ8、9は、ボールねじ3、4の両側に配置され、その推進方向（軸方向）に対する駆動テーブル5の姿勢（傾斜）を検出する。

【0022】センサの種類は特に限定する必要はないけれども、本実施形態においては光学的なセンサを用い、センサから発射された光が駆動テーブルの側面で反射され、その反射光をセンサが検出する。

【0023】駆動テーブル5の姿勢を検出する第1の実施例においては、駆動テーブル5は、その2つの側面のそれぞれに、当該駆動テーブルの姿勢を検出するための姿勢指標として、鉛直方向の指標線を備え、センサ6、7およびセンサ8、9は、駆動テーブルの両側に配置されている。センサ6、7およびセンサ8、9は、駆動テーブル5が姿勢検出位置にあるとき、該駆動テーブルが所定の基準姿勢（傾いていない姿勢）にある場合においてのみ、同時に指標線の像を検出するように構成される。

【0024】そのために、各センサは、指標線の像を結像する光学系と像の検出を電気信号に変換して通知する電気系によって構成されている。また、その光学系の光軸は、指標線に向けられている。また、センサ6と7の駆動テーブルの推進方向に関する相対位置、および、センサ8と9の駆動テーブルの推進方向に関する相対位置は、駆動テーブル5が基準姿勢にあるとき、センサ6と7、およびセンサ8と9が同時に駆動テーブル5の両側面にある指標線を検出するように設定されている。

【0025】以下の記述では、センサが姿勢指標を検出したとき、センサから出力される電気信号をセンサオン信号と記し、センサオン信号が発生している状態をセンサオン状態と記す。また、センサが姿勢指標を検出しない状態においては、センサは電気信号を出力しない。この状態をセンサオフ状態と記す。また、センサがセンサオフ状態からセンサオン状態に遷移することをターンオンと記し、センサオン状態からセンサオフ状態に遷移することをターンオフと記す。

【0026】このようにセンサ6および7、センサ8および9を配置すると、駆動テーブル5が基準姿勢を保ちながらサーボモータの方向に移動してきたときには、2つのセンサ6、7は同時にターンオンする。逆に、駆動テーブルが基準姿勢から偏っている場合には、サーボモータ方向に移動してきた駆動テーブル5の指標線からの

光によって2つのセンサ6、7の何れかが先にターンオンする。そして、2つのセンサ1、2のどちらが先にターンオンしたかによって駆動テーブル5は、時計方向に傾いているか、または反時計方向に傾いているかを識別することができる。

【0027】図2は、本発明の同期制御装置の一実施形態のブロック図である。図中、図1と同一の参照番号を付されている構成要素は、図1の対応する構成要素と同一の機能を有する要素である。

【0028】切り替えスイッチ11は、第1軸側スイッチ要素と第2軸側スイッチ要素とを備えている。第1軸側スイッチ要素、第2軸側スイッチ要素は、それぞれNC指令（位置指令）10を第1軸サーボモータ1、および第2軸サーボモータ2に接続する。ピッチ誤差補正值メモリ16、17は、それぞれ第1軸、第2軸ボールねじのピッチ誤差補正值が格納されている。ピッチ誤差補正值の定め方は、後述する本実施形態の動作説明のなかで説明する。加算器18、19はそれぞれ切り替えスイッチ11を介して送られたNC指令とピッチ誤差補正值メモリ16、17から読み出されたピッチ誤差補正值とを加算して第1軸、第2軸補正指令を生成する。エンコーダ14、15は、それぞれ第1、第2軸サーボモータ1、2の位置を検出して検出した位置を示す第1軸、第2軸位置信号を出力する。減算器20、21は、それぞれ第1軸、第2軸補正指令から第1軸、第2軸位置信号を減算し、第1軸位置偏差、第2軸位置偏差を出力する。第1軸制御系、第2軸制御系13は、それぞれ第1軸位置偏差、第2軸位置偏差を補償するように、第1軸、第2軸サーボモータを駆動する。

【0029】次に、本実施形態の同期制御装置の動作とピッチ誤差補正值を定める手順を説明する。

【0030】まず、駆動テーブル5が図3のように傾いていない状態にする。

【0031】前回のサーボモータオン時にボールねじに捻じりの力がかかっていた状態では、サーボモータがオフした時に、その捻じり力が解放されてテーブルが図3のように傾く可能性がある。また、サーボモータを初めてボールねじに取り付けた後にも、駆動テーブルは傾いた状態になる。このようなときには、傾きを調整して図1の状態にする必要がある。

【0032】この傾きの調整は、次の手順で行われる。

1) 駆動テーブル5を、センサ6、7のいずれかがオン信号を出すまでセンサ8、9側からサーボモータ側に移動させる。この時、その移動をするための第1軸位置指令および第2軸位置指令は、同じ値に設定する。したがって、切り替えスイッチ11の第1軸側スイッチ要素と第2軸側スイッチ要素は両方オン状態である。

2) 駆動テーブル5を移動させた結果、センサ6およびセンサ7のうち的一方からセンサオン信号が出なかった場合には、センサオン状態になった軸側は、そのままの

状態に停止させておき、センサオン信号が出なかった軸側のサーボモータに1パルスずつ指令を与え、センサオン信号が出るまで指令を与える。そのために、センサオン状態の側の軸側スイッチ要素はオフ状態しておく。このようにしてセンサオン信号が出なかった軸側のサーボモータのみに指令が入る。

3) センサ6、7がオン状態になるとテーブルの傾きが無くなった状態になる。

4) センサ6とセンサ8、センサ7とセンサ9の距離は既知の値に設定されている。原点位置(センサ6、7の位置)からセンサ8、9の少なくとも一方がオン状態になるまで駆動テーブルを移動する。

5) センサがオン状態になった位置と指令値とが一致する場合には、ピッチ誤差補正はゼロである。駆動テーブル5が指令値に対応する移動をしたとき、駆動テーブル5の位置が行き足りなかった場合、また行きすぎた場合にはピッチ補正をする。

6) 指令によって指定された位置に移動した駆動テーブル5が、センサのターンオン位置までたどり着かなかった軸のモータに+1パルスずつ指令を与える。また、指令によって指定された位置に移動した駆動テーブル5が、センサのターンオン位置を通り過ぎた軸のモータには逆方向に移動するための指令パルスを1パルスずつ与える。この時、切り替えスイッチ11は、センサがターンオンしなかった側の軸側スイッチのみオン状態にする。

7) 指令を与えていって、センサがターンオンした時の増分値が、ピッチ誤差量となる。

8) ピッチ補正值は、ピッチ誤差量を、センサ6とセンサ8間の距離で割った値とする。

9) テーブルをプログラム運転する時には、移動距離に対応してピッチ補正量を演算し、そのピッチ補正量を移動距離に加算して(この加算は加算器18または19によって行う)、当該軸側の補正指令とする。

上記補正により、駆動テーブルは、図3のように傾くことなく、駆動すること可能になる。

【0033】上記の実施例は、姿勢指標として駆動テーブルの側面に鉛直方向の指標線を用いた場合の例であるが、姿勢指標として、駆動テーブルの側面の鉛直方向の辺を用いることができる。

【0034】この場合には、センサは、センサから発射された光が駆動テーブルによって遮断されて反射された状態と、遮断されない状態すなわち反射されない状態との遷移点が指標検出に対応する。

【0035】したがって、センサとしては、反射光を収束して電気信号に変換し、適切な閾値を設定して反射光を受光した状態と受光しない状態とを弁別する装置であれば充分である。この実施例においても、センサ6、7の相対位置およびセンサ8、9の相対位置は、駆動テーブル5が基準姿勢にあるとき、駆動テーブル5の姿勢検

出位置において同時に駆動テーブルの側面の鉛直方向の辺を検出するように設定される。

【0036】また、他の実施例として、センサとして接触スイッチを使用し、駆動テーブルの推進方向の端面の、両側方部分を接触検知する。この実施例においては、駆動テーブルの端面の、両側方部分が姿勢指標になる。2対の接触スイッチの各対を構成する2つの接触スイッチは、駆動テーブル5が基準姿勢にあるとき、同時に駆動テーブルの端面の、両側方部分を接触検出するように配置される。

【0037】このように、設定される姿勢指標および使用するセンサは種々あるけれど、駆動テーブルが姿勢検出位置にあるとき、該駆動テーブルが所定の基準姿勢にある場合においてのみ、同時に姿勢指標を検出することによって駆動テーブルが基準姿勢にあるか否かを検知する。

#### 【0038】

【発明の効果】以上説明したように、本発明はつぎの効果をも有する。

1) 駆動テーブルが所定の基準姿勢にある場合においてのみ、同時に姿勢指標を検出するセンサによって駆動テーブルが基準姿勢にあるか否かを検知し、駆動テーブルが基準姿勢にない場合には、それぞれのボールねじを独立に駆動して、基準姿勢からのずれを補償することによってテーブルの傾きを補正することができる。その結果、図4に示すような切削ずれが発生することはない。

2) 第1の姿勢検出手段によって駆動テーブルを基準姿勢に調整したのちに、第1の姿勢検出手段から所定距離の位置にある第2の姿勢検出手段の方向に、その所定距離に該当する指令値を与えて第1軸、第2軸のモータを駆動したとき、第2の姿勢検出手段が、駆動テーブルが基準姿勢にあることを検出しなかったときには、第1軸、第2軸のモータに独立に指令を与えて駆動テーブルの位置の偏り、姿勢の偏りを補正し、その補正のために与えた指令値をピッチ誤差に対応する位置誤差として記憶することによって、ピッチ誤差に基づく駆動テーブルの位置ずれを補正することができる。

3) 本発明は、懸垂支持される2軸のボールねじとサーボモータを有する工作機械にも適用される。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の同期制御装置の制御対象である2軸工作機械装置の概略図である。

【図2】本発明の同期制御装置の一実施例のブロック図である。

【図3】駆動テーブルが傾いた状態を示す図である。

【図4】駆動テーブルが傾いた状態で加工した場合の加工物の切削軌跡を示す図である。

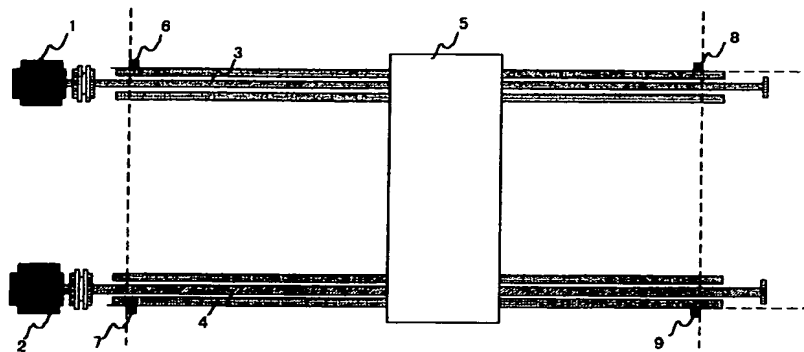
#### 【符号の説明】

- 1 第1軸サーボモータ
- 2 第2軸サーボモータ

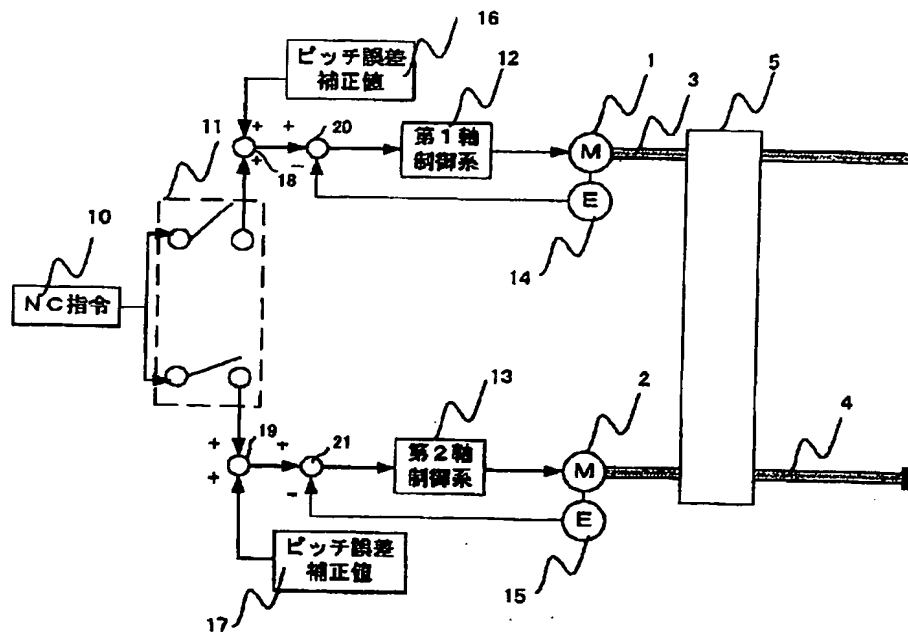
- 3 第1軸ボールねじ
- 4 第2軸ボールねじ
- 5 駆動テーブル
- 6 第1センサ
- 7 第2センサ
- 8 第3センサ
- 9 第4センサ
- 10 指令器
- 11 切り替えスイッチ

- 12 第1軸制御系
- 13 第2軸制御系
- 14 第1軸モータエンコーダ
- 15 第2軸モータエンコーダ
- 16 第1軸ピッチ誤差補正值メモリ
- 17 第2軸ピッチ誤差補正值メモリ
- 18 カuttingツール
- 19 加工軌跡

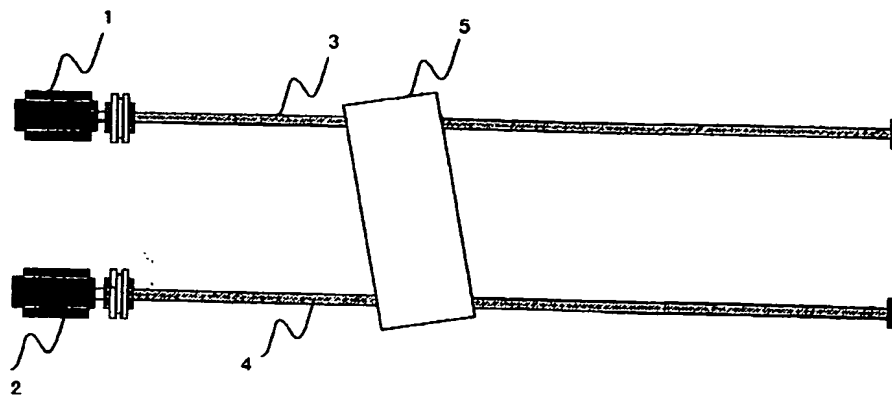
【図1】



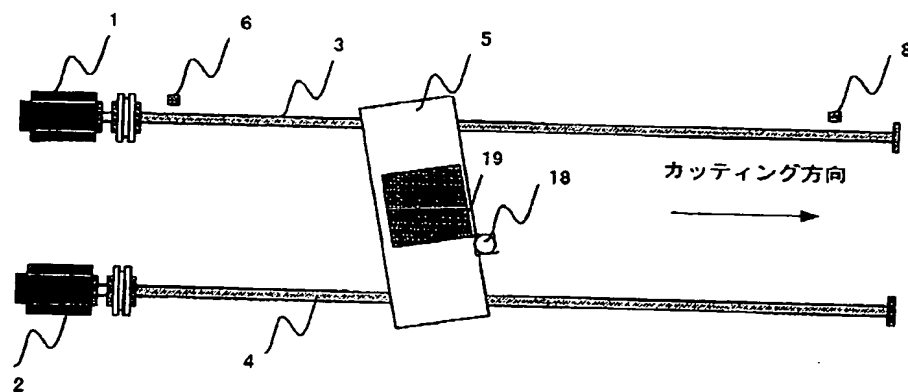
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3C001 KA01 KB10 TA02 TB01 TD03  
3C029 AA03 AA40  
5H269 AB01 BB03 EE06 EE10 FF06  
HH03 JJ04  
5H303 AA10 BB01 BB07 BB17 CC06  
DD25 GG01 GG11